

49C11

JC 2291151  
ACV 199C

91-01803/03 A65 L03 V04 SHIE 28.04.89  
SHINETSU CHEM IND KK \*JO 2291-191-A  
28.04.89-JF-111586 (30.11.90) B32b-15/08 C23g-05 H05k-03/06  
Mfr. of substrate for flexible printed circuit - by laminating metal  
foil on heat resistant plastic film via adhesive, setting and surface  
treating with low temp. plasma  
C91-008023

A(11-C1C, 11-C2, 12-E7A, 12-S6B, 12-S6C) L(3-H4E3)

Substrate is made by laminating metal foil on one side or both sides of  
a heat resisting plastic film with thermosetting adhesive, setting the  
adhesive, and surface treating the laminated metal surface by low  
temp. plasma of inorganic gas.  
USE - For making printed circuit boards, reducing plating defects  
and soldering defects, improving yield of substrate. (4pp  
Dwg.No.0/0)

© 1991 DERWENT PUBLICATIONS LTD.  
128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England  
US Office: Derwent Inc., 1313 Dolley Madison Boulevard,  
Suite 401, McLean, VA22101, USA  
Unauthorized copying of this abstract not permitted

AP

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-291191

⑬ Int. Cl.

H 05 K 3/06  
B 32 B 15/08  
C 23 G 5/00  
H 05 K 3/38

識別記号

庁内整理号

B 6921-5E  
J 7148-4F  
8722-4K  
B 6835-5E

⑭ 公開 平成2年(1990)11月30日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 フレキシブル印刷回路用基板の製造方法

⑯ 特 願 平1-111586

⑰ 出 願 平1(1989)4月28日

⑱ 発 明 者 栄 口 吉 次 茨城県鹿嶋市神栖町大字東和田1番地 信越化学工業株式  
会社高分子機能性材料研究所内

⑲ 発 明 者 黒 田 幸 一 茨城県鹿嶋市神栖町大字東和田1番地 信越化学工業株式  
会社高分子機能性材料研究所内

⑳ 出 願 人 信越化学工業株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 山本 亮一 外1名

## 明 細 書

### 1. 発明の名称

フレキシブル印刷回路用基板の製造方法

### 2. 特許技術の範囲

耐熱性プラスチックフィルム of の片面または両面に金属層を熱硬化性接着剤で積層し硬化させた後、積層金属層を気体ガスの低圧プラズマにより表面処理することを特徴とするフレキシブル印刷回路用基板の製造方法。

### 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はプリント回路などに使用されるフレキシブル印刷回路用基板の製造方法に関するものである。

(従来の技術とその問題点)

近年エレクトロニクス製品の小型化、薄肉化、小回化、高機能化が進むとともにプリント基板の需要が多くなり、なかでもフレキシブルプリント基板は、その使用範囲が広がり、需要がますます

伸びている。これに伴ないフレキシブルプリント基板には高機能化、ファインパターン化、品質の均一化をはじめコストダウンなどが要求されている。

一般にフレキシブルプリント基板は次の工程

- 1) 金属面に印刷性、レジスト性、ドライフィルム法による回路の書きこみ、
- 2) エッチング加工による回路の形成
- 3) インク、レジストなどの印刷
- 4) タバレーフィルム加工
- 5) メッキ
- 6) 半田づけ

によって製造されるが回路部品については、これ以外に前もってスルーホール加工と接着部形成のためのスルーホールメッキ工程がある。最近のフレキシブルプリント基板は高機能化、高精密化やもろくに部品実装にまで進んでいるため、プリント回路の加工はもろくに後述化している。すなわち、回路のファインパターン化、メッキ工程、半田づけなどがますます多くなり、それらの品質が

印刷の性能、効率に大きな影響を与えるため、各工程において、プリント基板表面、特に印刷を要する金属面の完全な清浄化が不可欠であるとされる。具体的には、これが印刷工程におけるインクの密着性、エッチング性、メッキの均一化、半田のり性、オーバーレイフィルムおよびシート材の密着性に大きな関係がある。金属面に汚れ、油膜などがあると水をはじいてメッキがのらない、半田がつかにくくなるなどの問題が発生する。したがって、あらかじめ、研磨、ソフトエッチング、清浄化などの前処理が必要となってくる。またそれらの処理を施しても部分的に汚れ残りなどが発生し、メッキや半田づけ不良などが収率低下に結びつくなどの問題があり、その解決が求められていた。

(問題点を解決するための手段)

本発明者等は上記問題点を解決するための鋭意検討した結果、耐熱性プラスチックフィルムを片面または両面に金属箔を熱硬化性接着剤で接着し硬化させた後、接着金属箔を還元ガスの低圧プラズ

マにより表面処理すれば、表面清浄化、表面の粗れおよび表面張力の増加が得られ、これによって従来の問題点が一挙に解決されることを見出し、本発明に至った。

本発明の目的は表面清浄化された高品質のフレキシブル印刷用基板の製造方法を提供することであり、これは特許請求の範囲に記載の方法によって達成される。

以下これについて詳細に説明する。

本発明で使用する耐熱性プラスチックフィルムとしては電気絶縁性を有するポリイミドフィルム、ポリアミドフィルム、ポリスルフィドフィルム、ポリパラベン酸フィルム、ポリエステルフィルム、ポリエーテルスルホンフィルム、ポリエーテルエーテルフィルムなどが挙げられる。次に熱硬化型の耐熱性接着剤としては、耐熱性プラスチックフィルムと金属箔とをより合わせるものであるため、接着性が高くかつ半田などの使用に耐える耐熱性が要求され、これにはエポキシ樹脂、エポキシフェノール系樹脂、フェノール-ブチラール系

樹脂、エポキシ-エーテル系樹脂、エポキシ-フェノール系樹脂、エポキシ-ナイロン系樹脂、エポキシ-ポリエステル系樹脂、エポキシ-アクリル系樹脂、ポリアミド-エポキシ-フェノール系樹脂、ポリイミド系樹脂、アクリル系樹脂、シリコン系樹脂などが例示される。接着剤層の厚さは5〜30μmが好ましい。

本発明で使用する上述の耐熱性プラスチックフィルムと接着される金属箔としては銅箔、アルミニウム箔、銀、ニッケル箔などを挙げることができる。一般に印刷用として銅箔が主体であり、圧延および電解銅箔が使用される。厚みは18〜70μmが多く使用される。

上記耐熱性プラスチックフィルムと金属箔の貼り合わせ方法については公知の方法により実施されよう。一般的には耐熱性プラスチックフィルムに接着剤をロールコーターなどにより塗布し、インラインのドライヤーで接着剤を乾燥させて除去し、半硬化の状態で加熱した熱ロールにより金属箔と熱圧着させて連続的に接着フィルムを製造

する。両面品についてはさらに上記の工程をもう一度行い、接着剤塗布、乾燥および金属箔との圧着により接着し製造する。

以上のように製造した基板は接着剤を硬化し、物性を向上させるために、80〜200℃で1〜数10時間キュア-オープン中などで加熱処理させる。これまでの工程において、例えば接着剤塗布後の焼結検査工程中に密着性成分が表面に付着する、ラミネートゴムロールなど各種のロールと接触する、さらに接着剤硬化工程におけるキュア-オープンで発生する密着成分が表面に付着するなどのため、基板の金属箔表面が汚れる機会が多い。これは接着剤の有機性成分などが付着するためと思われる。この汚れが金属箔の表面張力、水濡れ性などの低下、印刷特性、メッキ密着性などの不良に結びつくので、本発明では金属箔を清浄化し、表面張力を向上させるべく、前述の接着剤硬化後の接着フィルム、金属箔を還元ガス、低圧プラズマによる表面処理を行うのである。

この低圧プラズマ処理の方法としては、減圧可

プラズマ処理装置内に被処理フィルムを通し、装置内を無酸素状態として圧力0.001ト、装置内を無酸素状態として圧力0.001ト、好ましくは0.01〜1トに保持した状態で電極間に0.1〜10kVの電圧あるいは交流電圧を加えてグロー放電させ、ことにより、無酸素状態のプラズマを発生させ、被処理フィルムを移動させながら表面を連続的にプラズマ処理する。プラズマ処理時間はおおむね0.1〜100秒とするのが好ましい。無酸素状態としてはヘリウム、ネオン、アルゴンなどの不活性ガス、酸素、窒素、一酸化炭素、空気などが使用される。上記のプラズマ処理により、被処理の有機性材料などが酸化および/または炭化改質され、親水性と表面張力が向上し、濡れ性が高まるものと思われる。

以下実施例と比較例を挙げて本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

本発明における被処理物の形状に関する評価は、濡れ角が生じているところは水をはじくので金属箔を水に浸し、その濡れ性をみて以下の方法で行な

0/100 : 全面処理する

(実施例1〜16、比較例17〜18)

25 $\mu$ mのポリイミドフィルムにエポキシ系接着剤を乾燥後の厚さが20 $\mu$ mになるようにロールコーターにて塗布し、80℃×2分、120℃×5分加熱乾燥後、25 $\mu$ m電解銅箔JTC（日本電気社製、商品名）を温度140℃、圧力10kg/cm<sup>2</sup>、速度2m/分でロールラミネータ（スチールロールとシリコンゴムロールの組合せ）により加熱圧着し、ロール状に巻取り、片面のフレキシブル銅箔層を被処理フィルム中製品を製造した。また両面品については更に上記工程を通し、片面品のポリイミド面に接着剤を塗布乾燥後、上記両面に電解銅箔を加圧圧着し両面中製品を製造した。次に得られた被処理品を真空密着式のオープン中にセットし、160℃×5時間キュアし、片面および両面の銅箔層被処理フィルムを得た。これを連続プラズマ処理装置によりプラズマ処理を行った。条件は真空度0.1トに調整を1.5/分で供給し、印加電圧2kV、110Hzで表-1、2、3に示す入力および

った。

#### 評価方法

##### 1) 水濡れ性

基板を300×300mmにカットし、水中に10秒浸漬取り出し、金属面を上面にし水平に30秒間静置した後、水で濡れている部分（水をはじいていない部分）により下記のように評価する。

○ : 全面100%濡れている（はじきがない）

○ : 80〜100%濡れている

△ : 60〜80%濡れている

× : 60%以下濡れている

##### 2) 経時変化

処理サンプルを90度のオープンに入れ所定日数後に取り出し、上記水濡れ性を測定する。

処理日数 : 10日、30日、60日

##### 3) 印刷インキ密着性

基板の金属面にスクリーン印刷によりレジストインクを印刷し、塗膜の密着性（ゴバン密着性）テストを行う。

100/100 : 密着良好

び処理スピードで行った。

装置は電極板4本を円筒状に配置し、電極を外側に40mmの距離でフィルムを電極の外周にそって移動させ処理を行った。装置の濡れ性、経時変化および印刷インキ密着性は片部品については表-1、両部品については表-2、3に示す通りであった。また比較例としてプラズマ未処理のフィルムについても前述同様の評価を行った。その結果を表-3に示す。

(発明の効果) 本発明は、耐熱性プラスチックフィルムの片面または両面に金属箔を熱硬化性接着剤で被覆し硬化させた後、被覆金属箔を無酸素状態のプラズマにより表面処理することを特徴とするフレキシブル印刷用基板の製造方法を提供し、本方法により製造されたフレキシブル印刷用基板は金属箔表面が完全に清浄化され、表面張力が増加しているため、印刷工程におけるインクの密着性、エッチング性、メッキの均一化、平面的り性、カバレイフィルムおよびシート材の密着性などが改善され、従来の銅箔、ソフト

特開平 2-291191(4)

表-2 實施例 (No. 7 ~ No. 12)

No.	7	8	9	10	11	12
基板 プラスチック 処理電力 (kw)	同左	同左	〃	〃	〃	〃
処理スピード (m/分)	5	5	10	10	20	20
	10	20	10	20	30	40
物性評価 鋼板の水濡れ性						
A面	○	○	○	○	○	○
B面	○	○	○	○	○	○
印刷インキ 密着性						
A面	100/ 100	100/ 100	100/ 100	100/ 100	100/ 100	100/ 100
B面	100/ 100	100/ 100	100/ 100	100/ 100	100/ 100	100/ 100
経時変化 水濡れ性						
10日	○	○	○	○	○	○
30日	○	○	○	○	○	○
50日	○	○	○	○	○	○

表-1 實用例 (No. 1 ~ No. 6)

No.	1	2	3	4	5	6
基板 ガラスマニピ 処理電力 (kw)	10	10	20	20	30	30
処理スピード (m/分)	20	30	30	40	50	50
特性評価 真鍮の水濡れ性	○	○	○	○	○	○
印刷インキ乾着 性	100/ 100	100/ 100	100/ 100	100/ 100	100/ 100	100/ 100
純銅変化 水濡れ性						
10日	○	○	○	○	○	○
30日	○	○	○	○	○	○
50日	○	○	○	○	○	○

•

● ●

7 2

表-3 實用例(No.13~16)、比較例(No.17~18)

No.	13	14	15	16	17	18
基板 プラズマ条件	両面品	両面	〃	〃	片面	両面
処理電力 (kw)	5	1	1	0.8	なし	なし
処理スピード (sq/分)	30	30	80	80	なし	なし
物立評価						
表面の水濡れ性						
A面	○	○	○	○	×	×
B面	○	○	○	○	—	×
印刷後の密着性						
A面	100/ 100	100/ 100	100/ 100	100/ 100	80/ 100	80/ 100
B面	100/ 100	100/ 100	100/ 100	100/ 100	—	80/ 100
経時変化						
水濡れ性						A B
10日	○			○	×	×
30日	○	○	○	△	×	×
90日	○	○	△	×	×	×

English Translation of Japanese

Patent Laying-Open No. 2-291191

Specification

1. Title of the Invention

Method of Manufacturing Flexible Printed  
Circuit Board

2. Scope of Claim for Patent

A method of manufacturing a flexible printed circuit board characterized in that metal foils are layered using a thermosetting adhesive on one or both surfaces of a heat resistant plastic film followed by curing, and then the layered metal surfaces are treated by low-temperature plasma of an inorganic gas.

3. Detailed Description of the Invention

[Applicable Field in the Industry]

The present invention relates to a method of manufacturing a flexible printed circuit board used for a printed circuit or the like.

[Prior Art and the Associated Problems]

In recent years, as electronics have come to be reduced in weight, thinner or miniaturized and have higher performance, printed boards are in great demand, particularly flexible printed boards are for the various uses. Accordingly, there

exists a demand for flexible printed boards which have higher performance, a finer pattern and uniform quality and can be manufactured less costly.

A flexible printed board is generally manufactured by the following steps:

- 1) writing a circuit pattern on a metal surface by means of printing, resist or dry film process;
- 2) forming the circuit by etching;
- 3) removing ink, resist or the like;
- 4) cover lay film processing;
- 5) plating; and
- 6) soldering.

Meanwhile, the product having metal layers on both surfaces additionally requires the steps of previously producing through-holes and through-hole-plating to provide for conduction between the top and bottom surfaces. Recently, as the flexible printed board which has high performance and a high density has now come to be packaged with components, the processing of the printed circuit is more complicated. More specifically, circuit patterns have become finer, more steps of plating and soldering are involved, and the results of these processings greatly influence the performance and yield of the circuit. Therefore, in each step, the surface of the printed board, particularly the metal surface to write a circuit must be completely cleaned. More specifically, how

) well the surface is cleaned is greatly related to the adhesiveness of ink, the evenness of plating, solderability, and the adhesiveness of the cover lay film and sheet material. A contaminated metal surface with an oil film repels water and makes plating or soldering difficult. Thus, pretreatment such as grinding, soft etching and cleaning with solvent are necessary. Even after such treatment, partial persisting taint could be left, which causes incomplete plating or soldering and a lower yield results.

[Means for Solving the Problems]

The inventors eagerly studied how to solve the above described problems, and made the present invention, in other words have found out that the problems associated with the prior art are solved at a time by providing and curing a metal foil on one or both surfaces of a heat resistant plastic film with a thermosetting adhesive, treating the metal surfaces with low-temperature plasma of an inorganic gas for the purpose of cleaning the surfaces, and increasing the wetting and tension of the surfaces.

It is an object of the present invention to provide a method of a high quality flexible circuit board having cleaned surfaces, and the object is achieved by the method as recited in the scope of claim for patent.

The invention will now be detailed.

The heat resistant plastic film according to the



) invention can include an electrically insulating film of for example polyimide, polyamide, polysulfide, polyparabanic acid, polyester, polyethersulfone or polyetherether. The thermosetting type heat resistant adhesive used to join the heat resistant plastic film and metal foils should have high adhesiveness and resistance against heat during soldering, and may be epoxy resin, NBR-phenol based resin, phenol-butylal based resin, epoxy-NBR based resin, epoxy-phenol based resin, epoxy-nylon based resin, epoxy-polyester based resin, epoxy-acrylic resin, polyamide-epoxy-phenol based resin, polyimide based resin, acrylic resin and silicone based resin. The adhesive is applied preferably into a thickness in the range from 5 $\mu$ m to 30 $\mu$ m.

The metal foils provided on the heat resistant plastic film according to the present invention can include copper, aluminum, iron, and nickel foils. In general, rolled and electrolyzed copper foils are mostly used for printed circuits. The thickness is often in the range from 18  $\mu$ m to 70  $\mu$ m.

The heat resistant plastic film and the metal foils are joined by a known-method. In general, the heat resistant plastic film is coated with an adhesive by a roll coater, the solvent is evaporated and removed using an in-line drier, a metal foil is thermally joined under pressure onto the film using a heated pressure (heat) roller in the half cured state, and the metal foils are continuously provided. The product

having metal foils on both surfaces is produced by conducting the above process one more time, in other words application of the adhesive, drying and pressure rolling the film and the metal foils.

The board with the metal layers is heated and matured in a cure oven at a temperature in the range from 80°C to 200°C for 1 to several tens of hours for the purpose of curing the adhesive and improving the physical properties. During the process up to this point, the surface of a metal foil may be contaminated on a number of occasions, for example, when a volatile component sticks to the copper surface during removing the solvent after the application of the adhesive, when the metal surface is in contact with various rolls such as laminated rubber roll, and when a volatile component generated in the cure oven sticks to the metal surface during curing the adhesive. This is probably because a very thin organic film forms on the surface. The contamination adversely affects the surface tension, water wettability, printing characteristics, the plating wettability of the metal surfaces, and therefore according to the invention, the metal surfaces of the film is treated by low-temperature plasma of an inorganic gas after the curing of the adhesive as described above in order to clean the surfaces and improve the surface tension.

According to the method of treating by the low-temperature plasma, the film is passed through a pressure-reducible low-temperature plasma treatment device, in which the pressure is maintained in the range from 0.001 torr to 10 torr, preferably in the range from 0.01 torr in the atmosphere of an inorganic gas, D.C. or A.C. current about in the range from 0.1 to 10 KV is applied between electrodes to cause glow discharge, the low-temperature plasma of the inorganic gas is generated, and the film is moved to continuously treat the surfaces with the plasma. The plasma treatment preferably lasts for 0.1 to 100 seconds. The inorganic gas used may be an inert gas such as helium, neon and argon, oxygen, nitrogen, carbon monoxide or air. The plasma treatment removes the contamination such as thin organic film formed on the surfaces and/or improves the surface state, and the hydrophilic property and surface tension improve as well as the wettability.

The present invention will be more specifically described by referring to embodiments and comparison examples, but the invention is not limited to these embodiments.

According to the invention the cleaned state of the surfaces was evaluated based on the wettability of the metal foils after being soaked in water, because the position with contamination repels water.

#### Method of Evaluation

### 1) Wettability

The board is cut out into a 300 × 300mm square, immersed in water for 10 seconds, then let stand horizontally with its metal surface facing up for 30 seconds, and the wet area (which does not repel water) is evaluated as follows.

⊙: 100% (the entire surface) wet (no repelling)

○: 80 to 100% wet

Δ : 60 to 80% wet

×: 60% or less wet

### 2) Change with Time

A treated sample is placed in an oven at 50°C, and taken out a prescribed number of days later, and the wettability of the sample is measured as defined above.

Number of days for treatment: 10, 30 and 50 days

### 3) Adhesiveness of Printing Ink

The metal surface of the board is printed with resist ink by screen printing and the adhesiveness of the coated film (matrix adhesiveness) is tested.

100/100: adhered well

0/100: come off entirely

(Embodiments 1 to 16, comparison examples 17 to 18)

An epoxy based resin adhesive was coated on a 25μm thick polyimide film by a roll coater into a thickness of 20μm when dried, and dried by heating at 80°C for 2 minutes, and 120°C

for 5 minutes, a 35 $\mu$ m thick electrolyzed copper foil JTC (Nihon Kogyo Sha, trade name) was then thermally press-rolled contacted thereto using a roll laminater (combination of a steel roll and a silicone rubber roll) at a temperature of 140°C, under a line pressure of 10kg/cm and at a speed of 2m/min, followed by winding into a roll to produce a multilayer film intermediate product having its one surface laminated with a flexible copper foil. For the product having both surfaces with metal, the above one surface metal product was additionally coated with an adhesive on its polyimide surface followed by drying, and was provided with an electrolyzed copper foil by pressure (heat) rolling to obtain the both surface intermediate product. Thus obtained product was placed in a convection type oven, cured at 160°C for 5 hours, and the film having its one surface or both surfaces laminated with copper resulted, which was subjected to plasma treatment using a continuous plasma treatment device. In the treatment, oxygen was supplied under a reduced pressure of 0.1 torr at 1 $\ell$ /min, and voltage at 2kV and 110KHz was applied at input and treatment speeds as given in Tables 1, 2 and 3.

In the device, four electrodes were disposed in a cylindrical manner, the film was moved for treatment along the outer periphery of the electrodes at the distance of 40mm apart from the electrodes, and the water wettability, and change with time of the copper surface and the adhesiveness of

) printing ink were as given in Table 1 for the single surface product and in Tables 2 and 3 for the both surface product. Films not treated with plasma were also similarly evaluated as comparison examples, the result of which is given in Table 3.

[Effect of the Invention]

The present invention is directed to a method of manufacturing a flexible printed circuit board characterized in that onto one or both surfaces of a heat resistant plastic film, metal foils are joined by a thermosetting adhesive followed by curing, and the metal surfaces are treated by low-temperature plasma of an inorganic gas. The flexible printed circuit board manufactured according to the method has completely cleaned metal foil surfaces, and improved surface tension, and theretofore the adhesiveness of ink, wettability, evenness in plating, solderability, and the adhesiveness of cover lay film and a sheet material are improved. As a result, plating and soldering faults are reduced even if part of pretreatment steps including grinding, soft etching and cleaning with solvent as conventionally performed are omitted, the board yield improves, the manufacturing process can be simplified and therefore the invention is highly applicable in the industry.

Table 1 Embodiments 1-6

No.	1	2	3	4	5	6
Board	single-faced	single-faced	single-faced	single-faced	single-faced	single-faced
Plasma Conditions						
Power (kw)	10	10	20	20	30	30
Speed (m/min.)	20	30	30	40	50	60
Evaluation of Physical Properties						
Wettability of Copper Surface with Water	◎	◎	◎	◎	◎	◎
Adhesiveness of Printing Ink Change with Time	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100
Wettability with Water						
10 days later	◎	◎	◎	◎	◎	◎
30 days later	◎	◎	◎	◎	◎	◎
50 days later	◎	◎	◎	◎	◎	◎

Table 2      Embodiments 7-12

No.	7	8	9	10	11	12
Board	double-faced	double-faced	double-faced	double-faced	double-faced	double-faced
Plasma Conditions						
Power (kw)	5	5	10	10	20	20
Speed (m/min.)	10	20	10	20	30	40
Evaluation of Physical Properties						
Wettability of Copper Surface with Water						
Side A	◎	◎	◎	◎	◎	◎
Side B	◎	◎	◎	◎	◎	◎
Adhesiveness of Printing Ink						
Side A	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100
Side B	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100
Change with Time						
Wettability with Water						
10 days later	◎	◎	◎	◎	◎	◎
30 days later	◎	◎	◎	◎	◎	◎
50 days later	◎	◎	◎	◎	◎	◎



Table 3      Embodiments 13-16, Comparison Examples 17-18

No.	13	14	15	16	17	18
Board	double-faced	double-faced	double-faced	double-faced	single-faced	double-faced
Plasma Conditions						
Power (kw)	5	1	1	0.5	none	none
Speed (m/min.)	30	30	50	50	none	none
Evaluation of Physical Properties						
Wettability of Copper Surface with Water						
Side A	◎	◎	◎	○	×	×
Side B	◎	◎	◎	○	-	×
Adhesiveness of Printing Ink						
Side A	100/100	100/100	100/100	100/100	60/100	50/100
Side B	100/100	100/100	100/100	100/00	-	60/100
Change with Time						
Wettability with Water						A B
10 days later	◎	◎	◎	○	×	××
30 days later	◎	○	○	△	×	××
50 days later	○	○	△	×	×	××